

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-045858

(43)Date of publication of application : 16.02.1996

(51)Int.Cl.

H01L 21/205  
H01L 21/3065  
H01L 21/31

(21)Application number : 06-194853

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 27.07.1994

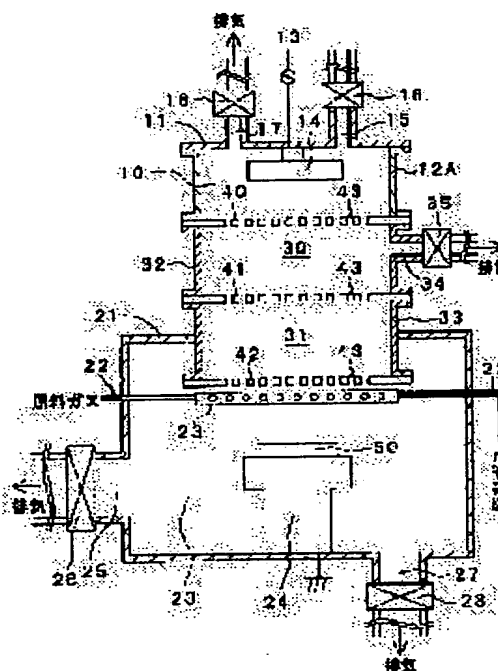
(72)Inventor : HARA MASATERU  
KONO ATSUSHI  
SANO NAOKI  
SEKIYA MITSUNOBU  
SAMEJIMA TOSHIYUKI

## (54) PLASMA TREATMENT SYSTEM

## (57)Abstract:

PURPOSE: To provide a plasma treatment system with an inner high vacuum state attained for a short time, in which a workpiece with a large area can be treated uniformly for a short time with no fear of reverse gas diffusion from a plasma treatment chamber to a plasma generating chamber.

CONSTITUTION: A plasma treatment system has a plasma generating chamber 10 and a plasma treatment chamber 20. Meshed plates 40, 41, and 42 of one or more but not more than ten in number are provided as a plasma separation between the plasma generating chamber 10 and the plasma treatment chamber 20. Each meshed plate 40, 41 or 42 has a plurality of holes 43. A formula expressed as  $0.8 \cdot S2/S1 \cdot 1$ , where S1 is a gas-flow area of the meshed plate region and S2 is the total opened area of the meshed plates 40, 41, and 42 is satisfied in this case.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-45858

(43) 公開日 平成8年(1996)2月16日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 21/205  
21/3065  
21/31

C

H 0 1 L 21/ 302

C

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平6-194853

(22) 出願日 平成6年(1994)7月27日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 原 昌輝

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 香野 淳

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 佐野 直樹

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 弁理士 山本 孝久

最終頁に続く

## (54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

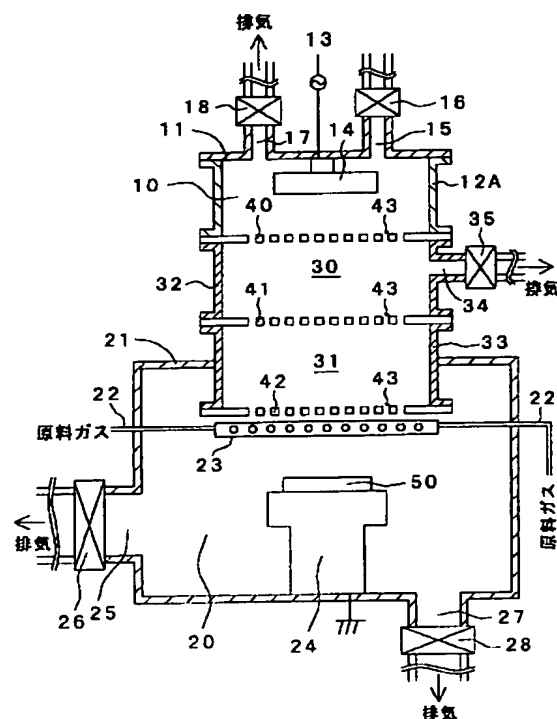
## (57) 【要約】

【目的】 プラズマ処理室からプラズマ生成室へのガスの逆拡散を確実に防止でき、しかも、短時間で内部を高真空状態にすることを可能にし、更には大面積の被処理材を短時間で均一に処理し得るプラズマ処理装置を提供する。

【構成】 プラズマ処理装置は、プラズマ生成室10とプラズマ処理室20を備えており、プラズマ生成室とプラズマ処理室との間に1枚以上10枚以下のプラズマ分離用のメッシュプレート40、41、42が配設されており、メッシュプレートの各々は複数の開口部43を有し、プラズマ処理装置の各メッシュプレートが配設された領域におけるガスが通過する面積を $S_1$ 、各メッシュプレートにおける複数の開口部の開口面積の総和を $S_2$ としたとき、

$$0.8 \leq S_2 / S_1 \leq 1$$

を満足することを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】プラズマ生成室とプラズマ処理室を備えたプラズマ処理装置であって、プラズマ生成室とプラズマ処理室との間に1枚以上10枚以下のプラズマ分離用のメッシュプレートが配設されており、該メッシュプレートの各々は複数の開口部を有し、プラズマ処理装置の各メッシュプレートが配設された領域におけるガスが通過する面積を $S_1$ 、各メッシュプレートにおける複数の開口部の開口面積の総和を $S_2$ としたとき、

$$0.8 \leq S_2/S_1 \leq 1$$

を満足することを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】プラズマ生成室及びプラズマ処理室のそれぞれにガス排気部が設けられていることを特徴とする請求項1に記載のプラズマ処理装置。

【請求項3】プラズマ生成室とプラズマ処理室との間に2枚以上10枚以下のプラズマ分離用のメッシュプレートが配設されており、メッシュプレートとメッシュプレートとの間にガス排気部が設けられていることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のプラズマ処理装置。

【請求項4】プラズマ処理装置のメッシュプレート取付部は電気絶縁材料から成り、メッシュプレート取付部はプラズマ処理装置の外壁の一部を構成していることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載のプラズマ処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、プラズマ発生領域と被処理材処理領域とを分離するリモートプラズマ法の実施に適したプラズマ処理装置に関し、より詳しくは、プラズマCVD法やプラズマエッチング法等にて大面積の被

## 【0002】

【従来の技術】プラズマによる被処理材の損傷発生を低減するプラズマ処理法として、リモートプラズマ法が知られている。一般的なリモートプラズマ法としては、"Deposition of silicon dioxide and silicon nitride by remote plasma enhanced chemical vapor deposition" G. Lucovsky, et al, J. Vac. Sci. Technol. A, Vol. 4, No. 3, May/Jun 1986 に開示されているように、プラズマ生成室とプラズマ処理室との距離を離してプラズマによる被処理材の損傷発生を低減する方法がある。

【0003】また、その他のリモートプラズマ法として、「リモートプラズマCVDを用いた $SiO_2$ 膜」、原 昌輝、他、電子情報通信学会技術研究報告、Vol.92 No.463SDM92-166 に開示されているように、プラズマ生成室とプラズマ処理室との間にメッシュプレートから成る仕切りを挿入し、プラズマによる被処理材の損傷発生を低減する方法がある。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】G. Lucovsky らの提案している方法では、プラズマ生成室とプラズマ処理室との間に仕切りが無い。従って、CVD法によって $SiO_2$ 膜を成膜する場合、成膜原料ガスである $SiH_4$ ガスがプラズマ処理室からプラズマ生成室へ逆拡散することを防止しなければならない。 $SiH_4$ ガスの逆拡散が生じると、 $SiO_2$ 膜中に $Si-H$ 、 $Si-OH$ 等の不純物が大量に形成され、 $SiO_2$ の膜質が劣化することが知られている("Atomic structure in  $SiO_2$  thin film deposited by remote plasma-enhanced chemical vapor deposition" G. Lucovsky, et al, J. Vac. Sci. Technol. A, Vol. 7, No.3, May/Jun 1989 参照)。このような $SiH_4$ ガスの逆拡散のためには、大量のガス( $O_2$ ,  $He$ )をプラズマ生成室からプラズマ処理室に流さなければならず、その結果、プラズマによる被処理材の損傷発生といった問題を解決できない。

【0005】原らによって提案された方法では、メッシュプレートがあるために、高エネルギーを有するイオン及び電子はメッシュプレートを通過することができず、主に中性のラジカルがメッシュプレートを通過する。それ故、プラズマによる被処理材の損傷発生を低減することが可能である。しかも、CVD法によって $SiO_2$ 膜を成膜する場合、メッシュプレートが仕切りとなり、 $SiH_4$ ガスのプラズマ処理室からプラズマ生成室への逆拡散を部分的に防止することが可能である。しかしながら、この逆拡散の防止は十分とはいえない。また、プラズマ処理装置を真空引きする際、このメッシュプレートは排気コンダクタンスを低下させる原因となり、短時間でプラズマ処理装置内を高真空状態にすることは困難である。

【0006】従って、本発明の目的は、プラズマ処理室からプラズマ生成室へのガスの逆拡散を確実に防止でき、しかも、短時間で内部を高真空状態にすることを可能にし、更には大面積の被処理材を短時間で均一に処理し得るプラズマ処理装置を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するための本発明のプラズマ処理装置は、プラズマ生成室とプラズマ処理室を備えており、プラズマ生成室とプラズマ処理室との間に1枚以上10枚以下のプラズマ分離用のメッシュプレートが配設されており、これらのメッシュプレートの各々は複数の開口部を有し、プラズマ処理装置の各メッシュプレートが配設された領域におけるガスが通過する面積を $S_1$ 、各メッシュプレートにおける複数の開口部の開口面積の総和を $S_2$ としたとき、

$$0.8 \leq S_2/S_1 \leq 1 \quad \text{式(1)}$$

を満足することを特徴とする。

【0008】メッシュプレートとプラズマ処理装置との間に隙間がない場合、プラズマ処理装置の各メッシュプレートが配設された領域におけるガスが通過する面積 $S$

## 3

1は、各メッシュプレートにおける複数の開口部の開口面積の総和  $S_2$  と一致する。即ち、

$$S_2 = S_1$$

である。一方、メッシュプレートとプラズマ処理装置との間に隙間がある場合、この隙間の面積を  $S_3$  とすれば、

$$S_1 = S_2 + S_3$$

である。

【0009】  $0.8 \leq S_2/S_1$  を満足しない場合、高エネルギーを有するイオン及び電子がメッシュプレートとプラズマ処理装置との間の隙間を通過し易くなる。また、プラズマ処理室からプラズマ生成室へ逆拡散することを効果的に防止できなくなる。

【0010】メッシュプレートの枚数の上限はプラズマ処理装置を排気する際のコンダクタンスの低下によって制限されるだけであり、本質的には上限は無い。プラズマ処理装置によってはメッシュプレートを 11 枚以上とすることもできるが、実用上は最高 10 枚で十分である。

【0011】開口部の平面形状は、円形や多角形、楕円等、任意の形状とすることができる。開口部は、矩形、正三角形や正六角形の頂点上等、任意のパターンに配置することができる。メッシュプレート単位面積当りの開口部の個数は、メッシュプレートの全領域で一定としてもよいし、例えば、メッシュプレートの中央部では個数を多くし、周辺部では個数を少なくしてもよいし、場合によっては周辺部に開口部を設けなくともよい。各開口部の大きさは一定であっても異なってもよい。開口部の軸線方向の断面形状は、矩形や台形等、任意の形状とすることができる。メッシュプレートは、例えばステンレススチール板等に穴開け加工等を施すことによって、あるいは又、エキスパンドメタルを加工することによって、作製することができる。メッシュプレートの平面形状は、プラズマ処理装置の形状に依存して適宜決定すればよいが、円形が最も好ましい。

【0012】また、本発明のプラズマ処理装置においては、プラズマ生成室及びプラズマ処理室にガス排気部が設けられていることが好ましい。プラズマ生成室とプラズマ処理室との間に 2 枚以上 10 枚以下のプラズマ分離用のメッシュプレートを配設する場合には、メッシュプレートとメッシュプレートとの間にガス排気部を設ける態様が、プラズマ処理装置を短時間で排気するために、一層好ましい。

【0013】本発明のプラズマ処理装置においては、プラズマ処理装置のメッシュプレート取付部は電気絶縁材料から成り、メッシュプレート取付部はプラズマ処理装置の外壁の一部を構成していることが好ましい。

【0014】

【作用】本発明のプラズマ処理装置においては、プラズマ分離用のメッシュプレートを用いているため、高エネ

## 4

ルギーを有するイオン及び電子はメッシュプレートを通過することができず、主に中性のラジカルがメッシュプレートを通過する。それ故、プラズマ処理室に配置された被処理材にプラズマによる損傷が発生し難い。また、プラズマ処理装置の各メッシュプレートが配設された領域におけるガスが通過する面積  $S_1$ 、各メッシュプレートにおける複数の開口部の開口面積の総和  $S_2$  との間は、

$$0.8 \leq S_2/S_1 \leq 1$$

なる関係を満足するので、プラズマ処理室からプラズマ生成室へのガスの逆拡散を防止でき、高品質のプラズマ処理を実現できる。

【0015】また、プラズマ生成室及びプラズマ処理室にガス排気部を設ければ、従来のプラズマ処理装置と比較して、短時間でプラズマ処理装置の真空引きを行うことができる。更に、メッシュプレート相互の間にガス排気部を設ければ、プラズマ処理装置の真空引きをより一層短時間で行うことができる。尚、プラズマ処理装置のメッシュプレート取付部を電気絶縁材料から構成し、メッシュプレート取付部をプラズマ処理装置の外壁の一部とすることによって、プラズマ処理装置の構成を簡素化し得る。

【0016】

【実施例】以下、図面を参照して、実施例に基づき本発明のプラズマ処理装置を説明する。

【0017】（実施例 1）実施例 1 におけるプラズマ処理装置は、平行平板型のプラズマ CVD 装置である。その概略の構造を図 1 に示す。実施例 1 のプラズマ処理装置は、基本的にはプラズマ生成室 10 とプラズマ処理室 20 を備えている。

【0018】プラズマ生成室 10 は、円板形の金属製の外壁部材 11 と円筒形の金属製の外壁部材 12 とから構成されている。プラズマ生成室 10 には、バルブ 18 付きのガス排気部 17 が設けられており、図示しない排気ポンプによりプラズマ生成室 10 内のガスを排気し、プラズマ生成室 10 内を真空引きする。プラズマ生成室 10 へのプラズマ発生用ガスの導入は、外壁部材 11 に設けられたバルブ 16 付きガス導入部 15 から行う。SiO<sub>2</sub> を成膜する場合、O<sub>2</sub> ガス及び He ガスをガス導入部 15 からプラズマ生成室 10 内に導入する。プラズマを生成させるために、外壁部材 11 に取り付けられた電力導入端子 13 を経て上部電極 14 に RF 電力が供給される。

【0019】プラズマ処理室 20 は、円筒形の金属製の外壁部材 21 から構成されている。プラズマ処理室 20 には、ガス導入部 22、バルブ 26 付きのガス排気部 25、バルブ 28 付きのガス排気部 27 が備えられている。ガス導入部 22 から導入されたガスは、リング状のガス拡散器 23 に設けられた多数の小孔からプラズマ処理室 20 の内部に均一に拡散される。そしてプラズマ処

理室20に備えられたガス排気部27から、図示しない排気ポンプによって排気される。一方、プラズマ生成室10内に導入されたプラズマ発生用のガスは図1の下方に流れ、プラズマ処理室20のガス排気部27から排気される。プラズマ処理室20の底部には電氣的に接地された加熱用ヒーター24が設置されている。この加熱用ヒーター24上にプラズマ処理されるべき被処理材（例えばウエハ）50を載置する。

【0020】プラズマ生成室10とプラズマ処理室20とは、円筒形の金属製の外壁部材12で結ばれている。外壁部材12の一部分は、プラズマ処理室20の外壁部材21を介してプラズマ処理室20の内部に収納されており、プラズマ処理室20内の外壁部材12の端部はガス拡散器23の上方に位置する。

【0021】外壁部材12にはメッシュプレート40, 41, 42が配設されている。尚、外壁部材12の端部にメッシュプレート42が配設されている。各メッシュプレート40, 41, 42は、絶縁材（図示せず）を介して支持部材44によって外壁部材12に取り付けられている。尚、外壁部材12の構造や組立方法、メッシュプレートの取付け方法は適宜変更することができる。こうして、外壁部材12とメッシュプレート40, 41によってプラズマ分離室30が形成され、外壁部材12とメッシュプレート41, 42によってプラズマ分離室31が形成される。尚、実施例1においては、外壁部材12とメッシュプレート40, 41, 42との間には隙間45が形成されている。即ち、外壁部材12の内径は、メッシュプレート40, 41, 42の外径よりも大きい。

【0022】外壁部材12にはバルブ35付きガス排気部34が設けられている。即ち、メッシュプレート40とメッシュプレート41との間のプラズマ分離室30にはガス排気部34が設けられている。尚、メッシュプレート41とメッシュプレート42との間にガス排気部を設けてもよい。あるいは又、各プラズマ分離室にガス排気部を設けてもよい。プラズマ分離室は、図示しない排気ポンプにより排気され、真空引きされる。

【0023】メッシュプレート40, 41, 42は、プラズマ生成室10とプラズマ処理室20とを空間的に分離する。メッシュプレート40, 41, 42は、例えば同一サイズの金属板であり、その平面形状は、図1に示した実施例1のプラズマ処理装置の場合には円板状である。この円板状のメッシュプレートには、円形の複数の開口部43が開けられている。実施例1におけるメッシュプレートには、中心間の距離が1mm、0.5mm径の開口部（平面形状は円形）がマトリックス状（正方形の頂点上）に設けられている。また、外壁部材12の内径を300mm、メッシュプレート40, 41, 42の外径を292mmとした。

【0024】メッシュプレート1mm<sup>2</sup>当りの開口部の

面積合計S<sub>UNIT</sub>は、

$$S_{UNIT} = \pi \times 0.25^2 \\ = 0.196 \text{ cm}^2$$

となる。メッシュプレートの面積は、 $\pi \times 146^2 \text{ mm}^2$ である。従って、複数の開口部の開口面積の総和S

2は、

$$S_2 = \pi \times 146^2 \times 0.196 / 100 \\ = 131 \text{ cm}^2$$

となる。一方、隙間の面積S<sub>3</sub>は

$$S_3 = \pi \times (15^2 - 14.6^2) \\ = 37.2 \text{ cm}^2$$

である。従って、プラズマ処理装置の各メッシュプレートが配設された領域におけるガスが通過する面積S<sub>1</sub>は

$$S_1 = S_2 + S_3 \\ = 131 + 37.2 \\ = 168.2 \text{ cm}^2$$

となる。以上の結果から、有効数字1桁においては、

$$S_2 / S_1 \geq 0.8$$

を満足する。

【0025】実施例1においては、プラズマ生成室10に導入されたガスは、メッシュプレート40, 41, 42に設けられた開口部43、及び外壁部材12と各メッシュプレート40, 41, 42との間に設けられた狭い隙間を通り抜けてプラズマ処理室20に流入する。このような構造にすることで、プラズマ処理室20内にガス拡散器23から導入されたガスが、図1の上方に逆拡散してプラズマ生成室10まで到達することを困難にしている。

【0026】このように、プラズマ処理装置は、金属製の外壁部材11, 12, 21によって外気と隔離されている。また、プラズマ生成室10とプラズマ処理室20とは、プラズマ分離のための複数の開口部を有するメッシュプレート40, 41, 42で仕切られている。

【0027】プラズマは、プラズマ生成室10内で、上部電極14とメッシュプレート40との間で発生する。プラズマ生成室10で発生したプラズマの相当の部分は、メッシュプレート40, 41, 42によって遮蔽され、プラズマ処理室20はプラズマから概ね分離されている。また、これらのメッシュプレート40, 41, 42は、金属製の外壁部材12から絶縁材（図示せず）によって電氣的に相互に電氣的に絶縁されている。従って、各々のメッシュプレート40, 41, 42に独立して電圧を印加することが可能である。この電圧の印加状態を適切に制御することによって、より効果的にプラズマをプラズマ生成室10に閉じ込めることが可能になる。

【0028】（実施例2）実施例2におけるプラズマ処理装置は、実施例1と同様に、平行平板型のプラズマCVD装置である。その概略的構造が図2に示す。実施例2のプラズマ処理装置が実施例1と相違する点は、外壁

## 7

部材12A, 32, 33、及びメッシュプレートの大きさにある。プラズマ処理室20の構造は、実施例1と同様とすることができる。

【0029】実施例2においては、プラズマ生成室10は、円板形の金属製の外壁部材11と円筒形の石英製の外壁部材12Aとから構成されている。また、プラズマ生成室10とプラズマ処理室20とは、円筒形の石英製の外壁部材32, 33で結ばれている。外壁部材33の一部分は、プラズマ処理室20の外壁部材21を介してプラズマ処理室20の内部に収納されており、プラズマ処理室20内の外壁部材33の端部はガス拡散器23の上方に位置する。

【0030】絶縁材料である石英製の外壁部材12Aと32との間にメッシュプレート40が配設されている。また、石英製の外壁部材32と33との間にメッシュプレート41が配設されている。更に、石英製の外壁部材33の端部にメッシュプレート42が配設されている。プラズマ処理装置の外壁の一部を構成する外壁部材32, 33は、電気絶縁材料から成るメッシュプレート取付部を兼ねている。外壁部材12A, 32, 33の端部にフランジ部を設けておき、外壁部材同士をボルト及びナット（図示せず）を用いて連結し、併せてフランジ部の間にメッシュプレート40, 41を固定すればよい。また、メッシュプレート42は外壁部材33の端部に設けられたフランジ部にボルト及びナット（図示せず）を用いて固定すればよい。尚、外壁部材12A, 32, 33の組立方法、メッシュプレートの取付け方法は適宜変更することができる。こうして、外壁部材32とメッシュプレート40, 41によってプラズマ分離室30が形成され、外壁部材33とメッシュプレート41, 42によってプラズマ分離室31が形成される。

【0031】実施例2においては、外壁部材12A, 32, 33の内径を300mm、メッシュプレート40, 41, 42の有効径を280mmとした。ここで有効径とは、開口部43が形成されたメッシュプレートの領域の直径を意味する。即ち、外壁部材12A, 32, 33の内面から10mm以上離れたメッシュプレートの領域に開口部43が形成されている。

【0032】外壁部材32にはバルブ35付きガス排気部34が設けられている。即ち、メッシュプレート40とメッシュプレート41との間のプラズマ分離室30にはガス排気部34が設けられている。尚、メッシュプレート41とメッシュプレート42との間にガス排気部を設けてもよい。あるいは又、各プラズマ分離室にガス排気部を設けてもよい。プラズマ分離室は、図示しない排気ポンプにより排気され、真空引きされる。

【0033】メッシュプレート40, 41, 42は、プラズマ生成室10とプラズマ処理室20とを空間的に分離する。メッシュプレート40, 41, 42は、例えば同一サイズの金属板であり、その平面形状は、図2に示

## 8

した実施例2のプラズマ処理装置の場合には円板状である。この円板状のメッシュプレートには、円形の複数の開口部43が開けられている。実施例2におけるメッシュプレートには、中心間の距離が約1mm、0.5mm径の開口部（平面形状は円形）がマトリックス状（正方形の頂点上）に設けられている。

【0034】実施例2においては、外壁部材12A, 32, 33と各メッシュプレート40, 41, 42との間に隙間はない。従って、プラズマ処理装置の各メッシュプレートが配設された領域におけるガスが通過する面積 $S_1$ と、各メッシュプレートにおける複数の開口部の開口面積の総和 $S_2$ とは一致する。即ち、

$$S_2 = S_1$$

である。

【0035】実施例2においては、プラズマ生成室10に導入されたガスは、必ずメッシュプレート40, 41, 42に設けられた開口部43を通り抜けてプラズマ処理室20に流入する。しかも、外壁部材12A, 32, 33と各メッシュプレート40, 41, 42との間に隙間がない構造にすることで、プラズマ処理室20内にガス拡散器23から導入されたガスが、図2の上方に逆拡散してプラズマ生成室10まで到達することを実施例1と比較して一層困難にしている。

【0036】このように、プラズマ処理装置は、金属製の外壁部材11, 21、及び絶縁材料である石英製の外壁部材12A, 32, 33によって外気と隔離されている。また、プラズマ生成室10とプラズマ処理室20とは、プラズマ分離のための複数の開口部を有するメッシュプレート40, 41, 42で仕切られている。

【0037】プラズマは、プラズマ生成室10内で、上部電極14とメッシュプレート40との間で発生する。プラズマ生成室10で発生したプラズマの相当の部分は、メッシュプレート40, 41, 42によって遮蔽され、プラズマ処理室20はプラズマから概ね分離されている。また、これらのメッシュプレート40, 41, 42は、石英製の外壁部材12A, 32, 33によって相互に電氣的に絶縁されている。従って、各々のメッシュプレート40, 41, 42に独立して電圧を印加することが可能である。この電圧の印加状態を適切に制御することによって、より効果的にプラズマをプラズマ生成室10に閉じ込めることが可能になる。

【0038】（実施例2の装置を用いた成膜実施例）プラズマ処理装置である実施例2のプラズマCVD装置を用いたシリコン酸化膜（ $\text{SiO}_2$ 膜）の成膜例を以下に説明する。

【0039】まず、各バルブを開き、ガス排気部17, 34, 25, 27からプラズマ処理装置内の残留ガスを排気し、プラズマ処理装置内の真空度を $2.7 \times 10^{-5} \text{ Pa}$ （ $2 \times 10^{-7}$ トル）程度にした。その後、ガス導入部15から $\text{O}_2$ ガスを5 s c c m、Heガスを50 s c



cm、プラズマ生成室10内に導入した。一方、ガス導入部22からSiH<sub>4</sub>を1.2sccm、Heガスを30sccm、ガス拡散器23を介してプラズマ処理室20に導入した。次に、ガス排気部17, 34, 25のバルブを開いて、ガス排気部27からのみ排気を行い、図示していないバルブで排気コンダクタンスを調節して、プラズマ処理室20内の圧力を4Pa(300ミリトル)にした。

【0040】次に、電力導入端子13から上部電極14に13.56MHzのRF電力5Wを投入し、プラズマ生成室10内にO<sub>2</sub>/He混合ガスのプラズマを発生させた。尚、メッシュプレート40, 41, 42を接地しておいた。メッシュプレート40の下ではプラズマ放電は観測されなかった。この放電時のプラズマ診断法(例えば、Applied Physics Letters 65 (2), 1994, p162 Sano, et al., に示されたラングミュアプローブ解析を応用した手法)により分析したところ、プラズマ生成室10内のO<sub>2</sub>/He混合ガス中のプラズマの電子密度は10<sup>9</sup>cm<sup>-3</sup>台であった。一方、メッシュプレート40を通過した直後のO<sub>2</sub>/He混合ガス中の電子密度は10<sup>4</sup>cm<sup>-3</sup>台まで低減していた。このように、メッシュプレート1枚でもプラズマ分離に大きな効果のあることが判った。

【0041】O<sub>2</sub>/He混合ガスのプラズマで発生した活性酸素ラジカルは、メッシュプレート40, 41, 42の小さな開口部を通り抜けることができ、メッシュプレート42を通過したところでガス拡散器23からプラズマ処理室20内に導入されたSiH<sub>4</sub>と反応する。その結果、被処理材50である半導体基板上にSiO<sub>2</sub>が成膜された。

【0042】ここで、被処理材50である半導体基板上に堆積したSiO<sub>2</sub>膜の成膜状態及び特性を調べたところ、加熱用ヒーター24の加熱による被処理材加熱温度が約270°Cのときに、SiO<sub>2</sub>の堆積速度は3nm/分であり、SiO<sub>2</sub>膜の屈折率は1.45であった。このSiO<sub>2</sub>の堆積速度及びSiO<sub>2</sub>膜の屈折率は、従来のプラズマCVD装置で得られる値と同等であった。

【0043】SiO<sub>2</sub>膜の成膜終了後、実施例2のプラズマ処理装置の残留ガス排気能力を測定した。SiO<sub>2</sub>膜の成膜が終了した時点をゼロ時間として、15分間、プラズマ処理装置内の真空度を1分間隔で測定した。バルブ16を閉じ、バルブ18, 35, 26, 28を全て開き、ガス排気部17, 34, 25, 27から排気した。このときのプラズマ処理装置内の圧力変化を図3の(A)に白三角で示す。プラズマ処理装置内の圧力が1.3×10<sup>-4</sup>Pa(10<sup>-6</sup>トル)台になるのに3分程度を要した。

【0044】比較のために、従来から行われている排気方法と同様の方法、即ち、ガス排気部17, 34を閉じ、ガス排気部25, 27を開いて排気した。このとき

のプラズマ処理装置内の圧力変化を図3の(A)に白丸で示す。プラズマ処理装置内の圧力が1.3×10<sup>-4</sup>Pa(10<sup>-6</sup>トル)台になるのに9分程度を要した。以上の結果から、実施例2のプラズマ処理装置は、プラズマ生成室10及びプラズマ分離室30にガス排気部が設けられているので、短時間で高い真空度に達することが確認できた。

【0045】次に、SiH<sub>4</sub>ガスの逆拡散の程度を評価した。尚、比較のために、実施例1にて説明したプラズマ処理装置に、外径280mmのメッシュプレートを取り付けた。尚、このメッシュプレートには、中心間の距離が約1mm、0.5mm径の開口部(平面形状は円形)がマトリックス状(正方形の頂点上)に設けられている。即ち、

$$S_2 = 121 \text{ cm}^2$$

$$S_3 = 91.1 \text{ cm}^2$$

$$S_1 = S_2 + S_3 = 212.1 \text{ cm}^2$$

である。従って

$$S_2/S_1 = 0.57 < 0.8$$

である。尚、このようなプラズマ処理装置を、以下、便宜上、比較装置と呼ぶ。

【0046】実施例2にて説明したプラズマ処理装置においては、上記成膜条件で15時間、SiO<sub>2</sub>膜を成膜しても石英製の外壁部材32, 33の内壁に曇りは認められなかった。即ち、外壁部材32, 33の内壁にSiO<sub>2</sub>が付着することは無かった。一方、比較装置の場合、上記成膜条件で15時間、SiO<sub>2</sub>膜を成膜したところ、外壁部材12の内壁にSiO<sub>2</sub>が多量に付着していた。このことから、SiH<sub>4</sub>ガスの逆拡散を抑制するために、実施例2のプラズマ処理装置のように、プラズマ処理装置のメッシュプレートと外壁部材12A, 32, 33との間に隙間を設けない構造にすることは、ガスの逆拡散を抑制するために極めて効果的であることが判った。

【0047】(ポリシリコン薄膜トランジスタの作製プロセス例)図4に、本発明によるプラズマ処理装置である実施例2で説明したプラズマCVD装置を用いて、SiO<sub>2</sub>膜から成るゲート絶縁膜を用いたポリシリコン薄膜トランジスタの作製プロセス例を示す。

【0048】まず、ガラス基板60上にポリシリコン層を成膜し、次いで、一部分のポリシリコン層に不純物ドーピングを行い、ノンドープポリシリコンから成るチャネル部61、及び不純物がドーピングされたソース・ドレイン部62を形成した。その後、フォトリソグラフィ技術及びエッチング技術を用いて、ポリシリコン層を所望の形状にパターンニングし、アイランド化した(図4の(A)参照)。このチャネル部61及びソース・ドレイン部62が形成されたガラス基板60が被処理材に相当する。

【0049】次に、実施例2のプラズマ処理装置を用い

て、チャネル部 6 1 及びソース・ドレイン部 6 2 を含むポリシリコン層の全面に  $\text{SiO}_2$  膜をゲート絶縁膜 6 3 として成膜した (図 4 の (B) 参照)。次いで、ゲート絶縁膜 6 3 にフォトリソグラフィ技術及びエッチング技術を用いて開口部 6 4 を形成し、真空蒸着法やスパッタ法にて開口部 6 4 内を含む  $\text{SiO}_2$  膜の全面にアルミニウム膜を形成した後、アルミニウム膜をエッチングしてソース・ドレイン電極 6 5 を形成した。また、同時にゲート電極 6 6 も形成した (図 4 の (C) 参照)。こうして、ポリシリコン薄膜トランジスタを完成させた。

【0050】図 3 の (B) に、上述のプロセスで作製したポリシリコン薄膜トランジスタのゲート電圧-ドレイン電流特性を示した。N チャネルポリシリコン薄膜トランジスタの特性は、移動度が  $640 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$  であり、閾値電圧は  $+0.8 \text{ V}$  であった。一方 P チャネルポリシリコン薄膜トランジスタの特性は、移動度が  $400 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$  であり、閾値電圧が  $-1.5 \text{ V}$  という極めて優れた結果を示した。

【0051】以上、本発明のプラズマ処理装置を実施例に基づき説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。実施例においては専らプラズマ CVD 装置を例にとり本発明を説明したが、本発明のプラズマ処理装置はプラズマエッチング装置、プラズマアッシング装置、プラズマドーピング装置にも適用可能である。また、メッシュプレートは 3 に限定されるものではなく、1 以上 10 以下であればよい。メッシュプレートに設けられた開口部の平面形状、大きさ、配置パターンや開口面積の総和、メッシュプレートとプラズマ処理装置との間の隙間の有無や隙間の面積、ガス供給部やガス排気部の取り付け位置等は実施例に限定されるものではなく、必要に応じて適宜変更することができる。

【0052】上述の実施例においては、ポリシリコン薄膜トランジスタのゲート絶縁膜の形成に本発明のプラズマ処理装置を適用したが、本発明のプラズマ処理装置の半導体装置への応用はこれに限定されるものではなく、シリコン半導体基板を用いた電界効果トランジスタ (FET) のゲート絶縁膜や層間絶縁膜等の形成、レジストのアッシング、各種材料のエッチング、ドーピング等にも応用可能である。

#### 【0053】

【発明の効果】本発明のプラズマ処理装置においては、プラズマ分離用のメッシュプレートの配設により、被処理材へのプラズマによる損傷発生が著しく低減できる。また、プラズマ処理室からのガスの逆拡散を抑制でき、

高品質のプラズマ処理を実現できる。更に、プラズマ生成室や各メッシュプレート間にガス排気部を設置することで、プラズマ処理装置の真空引きを短時間で行うことができる。その結果、大面積に亘っての均一な成膜やエッチング等を短時間で実現することが可能となる。また、プラズマ処理装置のメッシュプレート取付部を電気絶縁材料から構成し、メッシュプレート取付部をプラズマ処理装置の外壁の一部とすることによって、プラズマ処理装置の構成を簡素化し得る。

#### 10 【図面の簡単な説明】

【図 1】実施例 1 のプラズマ処理装置の概要を示す模式図である。

【図 2】実施例 2 のプラズマ処理装置の概要を示す模式図である。

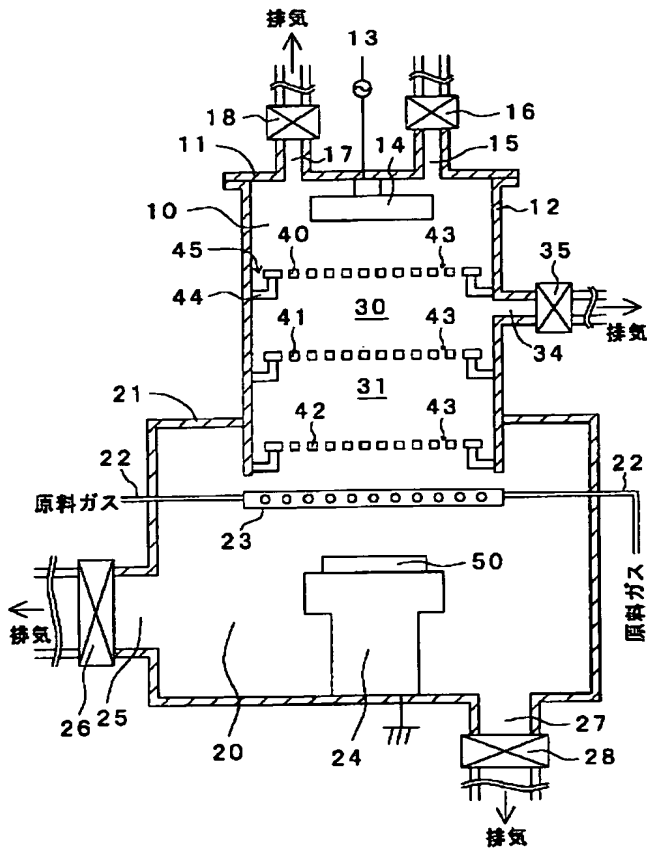
【図 3】プラズマ処理装置を排気したときのプラズマ処理装置内の圧力変化を示す図、及びポリシリコン薄膜トランジスタのゲート電圧-ドレイン電流特性を示す図である。

【図 4】ポリシリコン薄膜トランジスタの作製プロセス例を示す半導体基板等の模式的な一部断面図である。

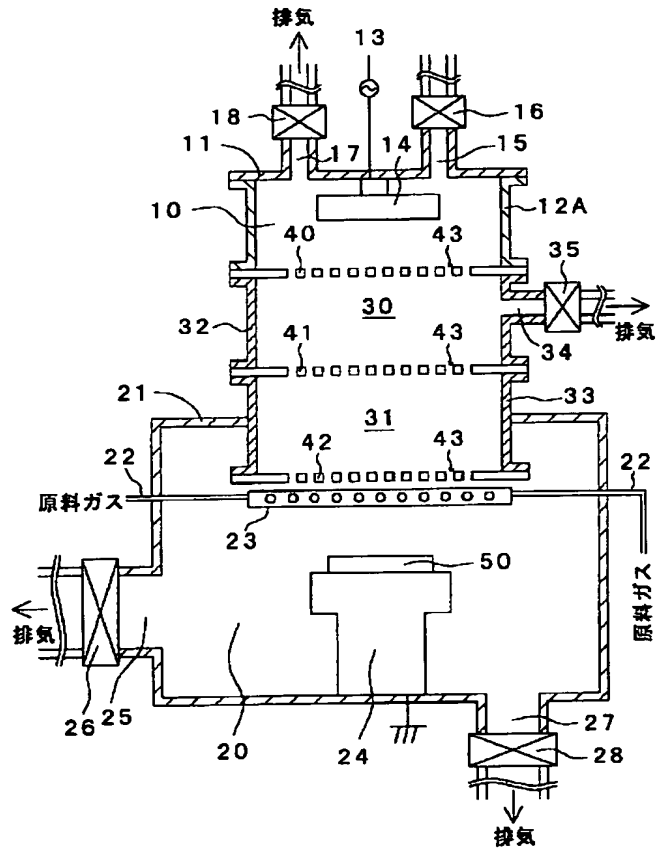
#### 【符号の説明】

- 10 プラズマ生成室
- 11, 12, 12A, 21, 32, 33 外壁部材
- 13 電力導入端子
- 14 上部電極
- 15, 22 ガス導入部
- 17, 25, 27, 34 ガス排気部
- 16, 18, 26, 28, 35 バルブ
- 20 プラズマ処理室
- 23 ガス拡散器
- 24 加熱用ヒーター
- 30, 31 プラズマ分離室
- 40, 41, 42 メッシュプレート
- 43 開口部
- 44 支持部材
- 50 被処理材
- 60 ガラス基板
- 61 チャネル部
- 62 ソース・ドレイン部
- 40 63 ゲート絶縁膜
- 64 開口部
- 65 ソース・ドレイン電極
- 66 ゲート電極

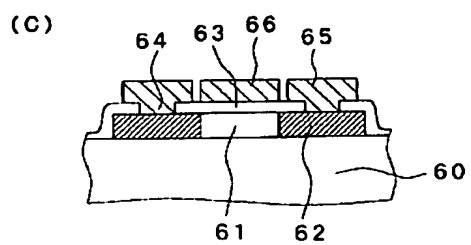
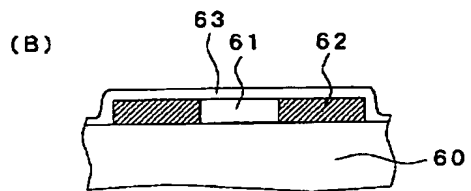
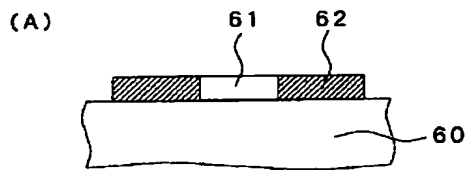
【図 1】



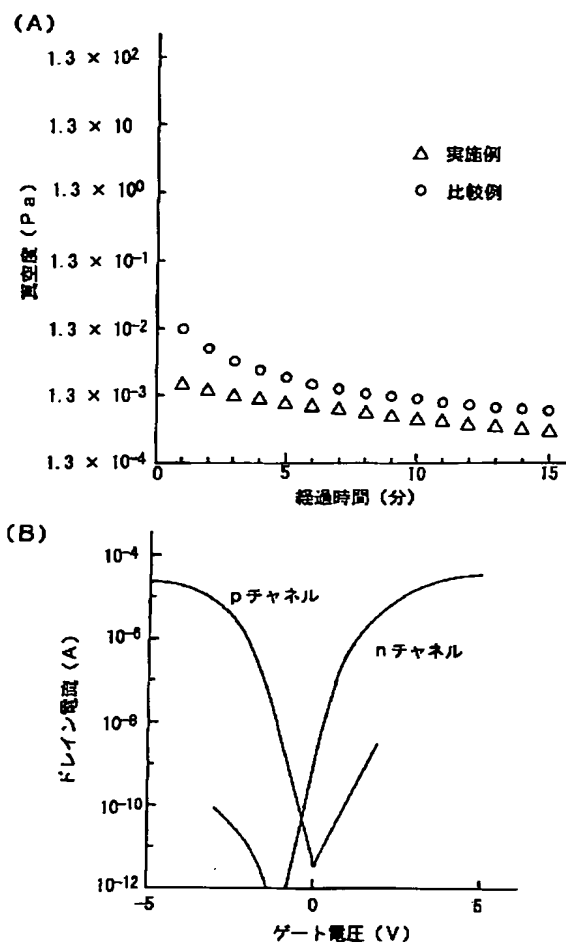
【図 2】



【図 4】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 関谷 光信  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内

(72)発明者 鮫島 俊之  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内